Über Extremwetter und den Klimawandel berichten

Ein Leitfaden für Medien

Ben Clarke
University of Oxford

Friederike Otto
Imperial College London


world weather attribution


klimafakten.de

VISIT…

LANZAROTE
Caliente.com

Wir möchten uns bei Wolfgang Blau und Rose Andreatta für die wertvollen Kommentare und Vorschläge bedanken.

Wir bedanken uns außerdem bei klimafakten.de für die Unterstützung bei der Erstellung dieses Leitfadens.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort von Özden Terli **4**

Einleitung **6**

Die Forschung zu Extremwetter
und Klimawandel. Ein Überblick **8**

Einige Beispiele für Attributionsstudien **12**

Wie man über ein Wetterextrem berichtet,
wenn es (noch) keine Studie dazu gibt **16**

Hitzewellen **18**

Überschwemmungen **21**

Tropische Wirbelstürme
(Hurrikane, Taifune und Zyklone) **24**

Starker Schneefall **27**

Dürren **29**

Brände **32**

Wetterextreme und Klimawandel.
Eine kurze Checkliste **34**

Vorwort von Özden Terli

Özden Terli

Dipl.-Meteorologe und Journalist



Ein Leitfaden über den Zusammenhang von Extremwettern und Klimawandel ist eine sehr gute Idee, denn die Berichterstattung über Vorgänge in der Natur aufgrund der zunehmenden Erhitzung des Planeten wird immer mehr in den Fokus geraten. Umso wichtiger ist es, Fakten richtig einzuordnen und ein Bewusstsein für die epochalen Veränderungen zu schaffen. Nur ein stabiles Klima ermöglicht uns so zu existieren, wie wir es bisher kannten.

Ein „Weiter so“ kann es nicht geben. Die Klimakrise überlagert alles und ist nicht nur ein Teil der Wissenschaftsredaktion oder ein weiteres Umweltthema. Die drohende Klimakatastrophe ist ein grundlegendes Problem, das alle Bereiche unseres Lebens überall auf dem Planeten beinträchtigen und, wenn wir nicht umsteuern, katastrophal enden wird.

Die Berichterstattung zur Klimakrise und zum Klimaschutz wird oft sehr oberflächlich geführt. Während über die besten Lösungen auf dem Weg zur Klimaneutralität diskutiert werden muss, besteht über die Ursachen wissenschaftlicher Konsens. Dennoch werden speziell Talkshows oft mit falschen sogenannten Experten besetzt. False Balance ist das Stichwort. Das führt zu einer Schieflage bei der Kommunikation von wissenschaftlichen Fakten. Wenn 99,9 Prozent der Wissenschaftler die Erhitzung des Planeten auf den Menschen zurückführen, ist es fatal, einen Wissenschaftler aus der überwältigenden Mehrheit gleichrangig neben einen Vertreter der winzigen Minderheit zu setzen.

Selbst im Jahr 2021 noch wurden Leugner des Klimawandels von deutschen Medien in Diskussionsrunden eingeladen - und dabei wertfrei als „Kritiker“ bezeichnet. Nach der Flutkatastrophe im Westen Deutschlands (Ahrtal) zum Beispiel durfte ein vermeintlicher Experte den Zusammenhang zwischen dem Extremwetterereignis und der Klimakrise rigoros verneinen, was wissenschaftlich nicht haltbar ist. Und das mitten in der Klimakrise, in einer Atmosphäre, deren Zusammensetzung sich bereits verändert hat und weiter verändert, aufgrund menschlicher Aktivitäten. Temperatur und Treibhausgaskonzentration werden weiter ansteigen, wie wir es in der modernen Menschheitsgeschichte nicht gesehen haben.

Mit diesem Bewusstsein, diesem Wissen sollte sich nicht mehr die Frage nach den Kosten für den Klimaschutz stellen. Denn was würde uns die Klimakatastrophe kosten? Alles, wäre die Antwort für jeden, der sich ernsthaft mit der Tragweite dieser sich immer weiter verschärfenden Krise auseinandergesetzt hat. Die Veränderung in der Natur bis hin zu einer Klimakatastrophe, wird unermessliches menschliches Leid erzeugen und vorhandenes verschärfen. Können wir das Risiko eingehen, dass das Klima, das die letzten Jahrtausende — seit der letzten Eiszeit — stabil war, unbeständig und unvorhersehbar wird, ohne dass wir wissen, welche Katastrophen es noch bereithält?

Wir sollten aufhören, diejenigen, die mehr Klimaschutz einfordern und die Zerstörung des Planeten beenden wollen, als Aktivisten zu bezeichnen. Es wird höchste Zeit, erwachsen zu werden in der Klimakrise, so erwachsen, wie die Jungen, die es bereits verstanden haben und genau das einfordern was ihnen zusteht. Dafür gehen sie auf die Straßen, stellvertretend auch für diejenigen, die noch nicht unter uns sind. Denn die Veränderungen werden über tausende Jahre zahlreiche Generationen massiv beeinträchtigen — insbesondere, wenn Klimaschutz jetzt nicht zielführend und effizient umgesetzt wird. Selbst dann gibt es keine Garantie für Erfolg — aber nochmal die Frage, können wir das Risiko eingehen, alles aufs Spiel zu setzen?

Die Medien können die Klimakrise nicht lösen, aber es ist ihre Verantwortung, die Zusammenhänge zwischen menschlichem Handeln und den Folgen für Mensch, Natur, Wirtschaft und unsere Lebensweise wissenschaftlich fundiert, verständlich und in angemessenem Umfang darzustellen. Dieser Leitfaden dürfte dabei eine große Hilfe sein.

Einleitung

Extreme Wetterereignisse wie Hitzewellen, Starkregen, Stürme und Dürren werden in vielen Teilen der Erde häufiger und stärker. Dies ist auf den menschengemachten Klimawandel zurückzuführen. (Allerdings werden nicht alle Wetterextreme wahrscheinlicher, und die Veränderungen fallen weltweit unterschiedlich aus.)

Häufig haben diese Ereignisse schwere Folgen für die Gesellschaft — zum Beispiel schwemmen sie Ackerland weg, vernichten Eigentum, stören die Wirtschaft und töten Menschen. Nach einem Extremwetter mit schwerwiegenden Auswirkungen ist das öffentliche Interesse an den Ursachen groß. Die vorherrschende Frage lautet immer häufiger: „Ist dieses Ereignis auf den Klimawandel zurückzuführen?“

Dieser Leitfaden soll Journalistinnen und Journalisten dabei helfen, diese Frage zu beantworten. Zuerst stellen wir die Attributionsforschung („Extreme Event Attribution“) vor. Dieser noch relativ junge Zweig der Klimawissenschaften bestimmt den Grad, zu dem ein Wetterereignis vom Klimawandel beeinflusst wurde (oder auch nicht). Im zweiten Teil dieser Broschüre sind einige Aussagen zusammengestellt, die mit hoher Gewissheit über einige Extremwetterarten getätigt werden können, selbst wenn keine wissenschaftlichen Studien zu einem speziellen Ereignis selbst vorliegen. Dies basiert auf dem aktuellen Stand der Forschung, unter Verwendung von Studien über kürzlich erfolgte Extremwetterereignisse und dem jüngsten IPCC-Bericht. Am Ende finden Sie eine leichtverständliche Checkliste zu den einzelnen Typen von Extremwettern.

Es gibt **drei häufige Fehler bei der Berichterstattung** über Wetterextreme:

1. den Klimawandel als Ursache des Ereignisses ignorieren;

2. das Ereignis dem Klimawandel zuschreiben, ohne Belege dafür vorzulegen;

3. den Klimawandel als einzige Ursache des Extremwetterereignisses bezeichnen.

Diese Fehler entstehen oft dadurch, dass die zugrundeliegende Frage unglücklich formuliert ist: „Ist der Klimawandel schuld?“ — diese Frage mag plausibel erscheinen. Doch sie lässt sich nicht sinnvoll beantworten.

Wenn beispielsweise ein Kettenraucher an Lungenkrebs erkrankt, kann auch niemand sagen, dass die Zigaretten die kausale Ursache der Erkrankung sind. Sehr wohl aber lässt sich mit Gewissheit sagen, dass der jahrelange Zigarettenkonsum die Wahrscheinlichkeit für Lungenkrebs stark erhöht hat. Genauso ist es beim Klimawandel: Er allein kann kein Ereignis auslösen, da Wetterereignisse stets mehrere Ursachen haben, beispielsweise auch den Zufall aufgrund der chaotischen Natur des täglichen Wetters. Doch **der menschengemachte Klimawandel kann einen deutlichen Einfluss darauf haben, wie wahrscheinlich und wie intensiv ein Wetterextrem ausfällt**. Deshalb hat der Klimawandel auch Auswirkungen darauf, wie schwer ein bestimmtes Extremwetterereignis auf Menschen, Sachwerte oder die Natur trifft.

Journalistinnen und Journalisten, die ihrer öffentlichen Rolle und ihren professionellen Sorgfaltspflichten gerecht werden wollen bei Berichten über Wetterextreme, müssen wissen, wie sich der Klimawandel auf einzelne Wetterereignisse auswirkt. Sie sollten also die Grundlagen der Attributionsforschung verstanden haben.

Noch bis vor wenigen Jahren hat es die Wissenschaft meist vermieden, ein einzelnes Ereignis mit dem Klimawandel in Verbindung zu bringen. Stattdessen wurde auf generelle Trends hingewiesen und betont, dass ein Ereignis möglicherweise etwas widerspiegelt, was in Zukunft voraussichtlich öfter auftreten wird. Allerdings hat der Klimawandel bereits einen erheblichen Einfluss auf das Wetter, das wir heute erleben — und das bereits seit Jahrzehnten. **Die Wissenschaft hat in jüngerer Zeit Methoden entwickelt, mit denen sich konkrete Zusammenhänge zwischen Erderhitzung und einzelnen Extremwetterereignissen herausarbeiten lassen.** Inzwischen können Forscherinnen und Forscher berechnen, wie viel wahrscheinlicher oder unwahrscheinlicher ein Ereignis durch den Klimawandel geworden ist, oder wie viel stärker oder schwächer es aufgrund der globalen Erwärmung ausfällt.

Die Antworten sind je nach Ereignis unterschiedlich — je nach Art des Wetters, des Orts, der Jahreszeit und je nach Schwere — Verbreitung und Dauer. Nicht alle Extremwetterereignisse wurden durch den Klimawandel häufiger oder stärker. Einige wurden durch den Klimawandel sogar abgeschwächt oder haben sich kaum verändert. Medien sollten daher vorsichtig damit sein, eine Verbindung herzustellen — die möglicherweise gar nicht existiert.

Dieser Leitfaden soll dabei helfen, präzise und korrekt über Wetterextreme auf einem sich erhitzenden Planeten zu berichten. Die Frage ist: Wie kann man sein Publikum am besten über die Auswirkungen des menschengemachten Klimawandels auf die zunehmenden Extremwetterereignisse informieren, ohne den Zusammenhang zu sehr oder zu wenig zu betonen?

Die Forschung zu Extremwettern und Klimawandel

Ein Überblick

Die Idee, einzelne Wetterereignisse dem Klimawandel zuzuordnen, stammt von einem britischen Klimawissenschaftler, dessen Haus im Januar 2003 von einem Themse-Hochwasser betroffen war. Mit steigendem Wasser dachte er über die Frage der Haftung nach: Wer könnte für die lokalen Auswirkungen eines weltweiten Klimawandels verantwortlich gemacht werden? Und konnte diese Verbindung auf streng wissenschaftliche Weise nachgewiesen werden?

Studien der Attributionsforschung berechnen, ob und in welchem Ausmaß ein bestimmtes Extremwetterereignis durch den Klimawandel häufiger (oder seltener) und/oder intensiver (oder weniger intensiv) wurde.

Die erste Studie zur Attribution eines Extremwetterereignisses wurde 2004 veröffentlicht und befasste sich mit der Hitzewelle im Vorjahr. Der Sommer von 2003 war in Westeuropa außergewöhnlich heiß. Es starben schätzungsweise 70.000 Menschen bei dieser unerwartet starken Hitzewelle, allein in Deutschland waren es Studien zufolge rund 7.600. Nach dieser regionalen Katastrophe zogen Forscherinnen und Forscher neueste Klimamodelle heran, um die Rolle des Klimawandels an diesem Ereignis zu ermitteln. Sie gingen folgendermaßen vor:

- **Zuerst** wurde das momentane Klima — das durch menschliches Zutun ja bereits deutlich erwärmt ist — viele tausend Mal simuliert. Vereinfacht gesagt ließ man auf den Computern immer und immer wieder dieselben Klimamodelle mit ganz leicht veränderten Ausgangsbedingungen durchlaufen und berechnete dadurch praktisch tausende Jahre an Wetter im aktuellen Klima. Dies ist nötig, weil extremes Wetter der Definition nach selten auftritt. Im Rahmen dieser Simulationen wurde die Zahl der Hitzewellen ermittelt, die so extrem ausfielen wie das Ereignis von 2003. Man fand heraus, dass es sich, selbst in einer erwärmten Welt, um ein sehr seltenes Ereignis handelte.

- **Zweitens** wurde das Klima simuliert, wie es ohne die menschengemachten Emissionen an Treibhausgasen oder Aerosolen aussähe. So wurde der Klimawandel praktisch ausgeklammert. Dies kann relativ einfach erfolgen, da die Menge der Treibhausgase in der Atmosphäre, die vor allem auf das Verbrennen fossiler Energieträger zurückzuführen sind, gut bekannt ist. Sodann wurden die extremen Hitzewellen gezählt, die Computermodelle in einer unveränderten, nicht aufgeheizten Atmosphäre ergaben. Ihre Zahl war wesentlich niedriger — mehr noch: Eine derartige Hitzewelle in Westeuropa war so selten, dass das Ereignis ohne menschliches Zutun beinahe unmöglich gewesen wäre.

- **Abschließend** wurde die Anzahl der Hitzewellen mit und ohne globale Erwärmung miteinander verglichen, und man kam zu dem Schluss, dass die Auswirkung des vom Menschen verursachten Klimawandels Ereignisse wir den europäischen Sommer 2003 mindestens doppelt so wahrscheinlich gemacht hatten, vermutlich sogar noch viel wahrscheinlicher.

Seit 2004 haben Teams aus vielen Ländern Attributionsstudien für unterschiedliche Wetterereignisse in aller Welt durchgeführt (allerdings mit einem deutlichen Übergewicht des globalen Nordens). Im Ergebnis existieren nun gut etablierte Verfahren, die über die drei beschriebenen Schritte hinausgewachsen und hier dokumentiert sind, mit denen sich bei vielen Arten von Extremwettern der Einfluss des Klimawandels beziffern lässt.

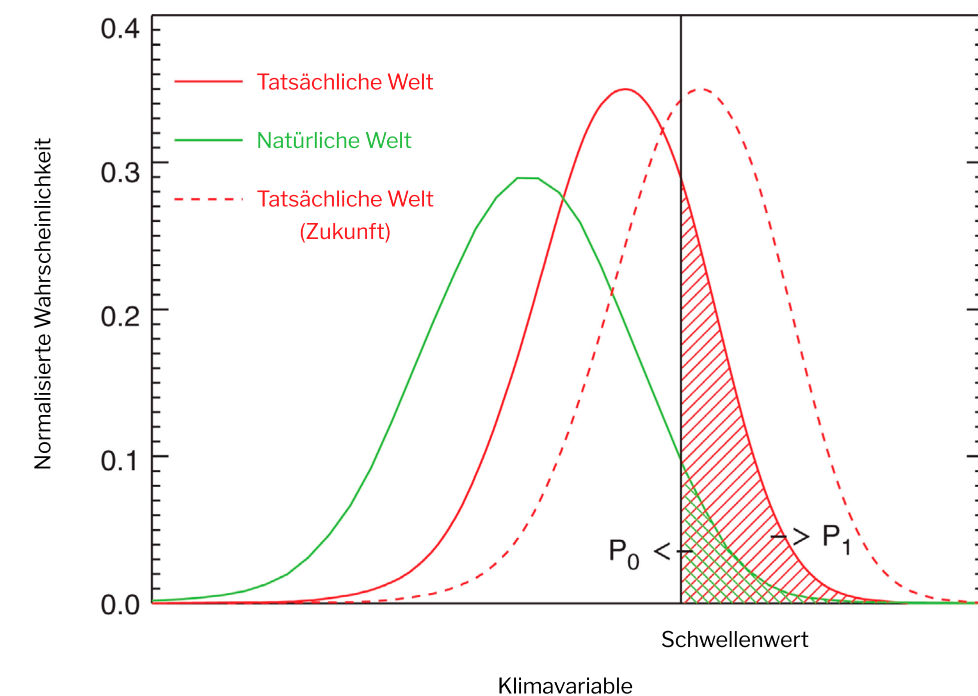


Abbildung 1 | Zuordnung eines Extremereignisses in der Praxis, aus Stott et al., 2016. Die Kurven stellen eine Klimavariable dar, beispielsweise die Häufigkeitsverteilung der täglichen Temperaturwerte. Durchschnittliche Temperaturen sind am wahrscheinlichsten (die Spitze der Kurve), während extreme Temperaturen (heiß und kalt, an den Rändern) weniger häufig vorkommen.

Die grüne Kurve stellt dar, wie wahrscheinlich das Auftreten dieser Temperaturen in der vorindustriellen Welt war, die der Mensch durch seine Aktivitäten noch nicht erwärmt hatte; rot zeigt die Temperaturverteilung in der tatsächlichen, durch menschliches Zutun bereits aufgeheizten Welt. Mit dem Schwellenwert definieren wir das Extremereignis, das wir untersuchen (in diesem Beispiel ein sehr heißer Tag). Dann zeigt die relative Größe des schraffierten Bereichs, wie oft ein solches Ereignis bei unverändertem Klima (grüne Fläche) oder erhitztem Klima (rote Fläche) auftritt. Die gestrichelte Linie zeigt, wie sich das Wetter in der Zukunft, also in einer noch weiter aufgeheizten Welt, verändern kann.

In diesem Beispieldiagramm zeigt sich, dass ein sehr heißer Tag im aktuellen Klima noch relativ selten ist (also auf der Kurve rechts von der Spitze liegt), im künftigen Klima jedoch schon ein relativ kühler Tag sein dürfte (links vom Scheitelpunkt liegend).

Der erste Schritt einer solchen Studie ist stets die exakte Definition des zu untersuchenden Extremereignisses. Dies ist kein leichtes Unterfangen, da dasselbe Ereignis — beispielsweise eine Hitzewelle in Großbritannien — auf unterschiedliche Weisen beschrieben werden kann, zum Beispiel als drei zusammenhängende Tage über 30 °C in London oder als zehn Tage über 25 °C in England und Wales. Die Definition hat natürlich erheblichen Einfluss auf das Ergebnis. Moderne Studien verwenden mehrere Definitionen und berechnen jeweils die Ergebnisse; so bekommen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler eine Vorstellung davon, wie stark der Einfluss der verwendeten Definition auf das Ergebnis ist. Auf diese Weise ist es auch möglich, eine Studie auf den Aspekt eines Extremwetters zuzuschneiden, der am engsten mit relevanten Folgen verbunden ist. Im obigen Beispiel wird die London-spezifische Hitzewelle ernstere Folgen für Mensch und Natur gehabt haben, weil sie — obwohl nur ein kleineres Gebiet betreffend — deutlich höhere Temperaturen erreichte.

Aktuellen Attributionsanalysen bestehen nun aus drei unterschiedlichen Teilen. Die oben genannten Schritte beschreiben einen Aspekt der modernen Methodik: die aktuellen und vorindustriellen Klimata anhand von Klimamodellen simulieren und miteinander vergleichen. Dafür werden zahlreiche verschiedene Klimamodelle verwendet.
Der zweite Teil schaut auf Wetterdaten der Gegenwart und Vergangenheit, um zu sehen, wie stark sich die Wahrscheinlichkeit ähnlicher Ereignisse geändert hat. Im letzten Teil werden Klimamodelle auf dieselbe Weise wie die Beobachtungen verwendet. Statt die Welt mit oder ohne menschlichen Einfluss zu simulieren, wird das Klima aufgrund historischer Daten simuliert, beispielsweise ab 1900 bis heute, mit langsam steigender Erderwärmung. Dadurch können Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Trends in den Extremen erfassen und die allgemeine Änderung von Wahrscheinlichkeiten berechnen.
Unter Ausnutzung unterschiedlicher Zuordnungsmethoden und unterschiedlichen Klimamodellen, mit denen der Einfluss des Klimawandels beurteilt werden kann, steigt die Zuverlässigkeit der Ergebnisse.

Im Ergebnis erbringen derartige Studien Aussagen über Extremwetter wie: „Dieses Ereignis tritt aufgrund des menschengemachten Klimawandels doppelt so häufig auf.“ Oder: „Diese Hitzewelle ist drei Grad heißer gewesen, als sie in einer Welt ohne Erderwärmung ausgefallen wäre.“ Die Forschung kann auch feststellen, dass ein Ereignis ohne Klimawandel wohl unmöglich gewesen wäre — nämlich wenn ein solches Ereignis keinen historischen Präzedenzfall hat und in Modellen ohne Klimawandel nicht auftritt.

Das Wissenschaftsportal CarbonBrief.org hat eine Datenbank mit mehr als 400 Studien zu Extremwetterereignissen weltweit veröffentlicht.

Etliche Schnellstudien hat seit dem Jahr 2014 eine Initiative unter Führung europäischer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler durchgeführt, die World Weather Attribution-Gruppe (von ihr stammt auch die vorliegende Handreichung). Ihr ging und geht es darum, die Rolle des Klimawandels bei einem Extremwetterereignis so schnell wie möglich zu bestimmen — in einigen Fällen sogar noch während des laufenden Ereignisses. Um Zeit zu sparen, wurden die Studien vor der Begutachtung der Einzelergebnisse durch Kolleginnen und Kollegen (das wichtige, in der Forschung übliche „peer review“) veröffentlicht — aber es wurden jeweils Methoden verwendet, die zuvor diese Qualitätsprüfung durchlaufen hatten.

Inzwischen werden Attributionsstudien von vielen Akteuren genutzt. Beispielsweise bei der Beweisführung in wegweisenden Klimaklagen, etwa in den Fällen Juliana vs United States, Pabai Pabai and Guy Paul Kabai vs Commonwealth of Australia oder der in Deutschland laufenden Klage des peruanischen Bauern Saúl Luciano Lluiya vs RWE, ebenso bei einer Klage gegen den brasilianischen Präsidenten Jair Bolsonaro vor dem Internationalen Strafgerichtshof in Den Haag.

Die Nutzung von Attributionsstudien für Klimaklagen ist ein sich schnell entwickelnder Forschungsbereich, zudem sind derartige Studien ein vielversprechendes Mittel der Klimakommunikation. Solche Untersuchungen könnten, heißt es in einem Forschungsaufsatz zum Thema, „Verbindungen herstellen zwischen neuen, aufsehenerregenden, ereignisbezogenen wissenschaftlichen Informationen und persönlichen Erfahrungen bzw. Beobachtungen von Extremereignissen“.

Die Forschung zu Extremwettern und Klimawandel | Ein Überblick

Einige Beispiele für Attributionsstudien

Flutkatastrophe in Bangladesch,

August 2017

Das Ereignis: Im August 2017 erlebte Bangladesch schwere Regenfälle, zugleich führten Flüsse aus Indien weitere Wassermassen heran. Im Bereich des Brahmaputra sammelten sich die Fluten, was zu nie dagewesenen Überschwemmungen führte, vor allem im Norden des bevölkerungsreichen Landes. Die Häuser und Existenzgrundlagen von beinahe sieben Millionen Menschen waren betroffen.

Die Verbindung zum Klimawandel: Die Studie zu diesem Ereignis konnte nicht klären, ob dieser Extremregen durch den Klimawandel verstärkt worden war. Dies rührt teilweise daher, dass die Niederschlagsdaten für die Region nicht sehr weit zurückreichen, zudem wirkt die Luftverschmutzung durch Sulfat-Partikel in Südasien der globalen Erwärmung teilweise entgegen. Klar ist jedoch, dass in einer Zukunft mit 2 °C Erderwärmung extreme Niederschläge wie dieser um 70 Prozent wahrscheinlicher werden.

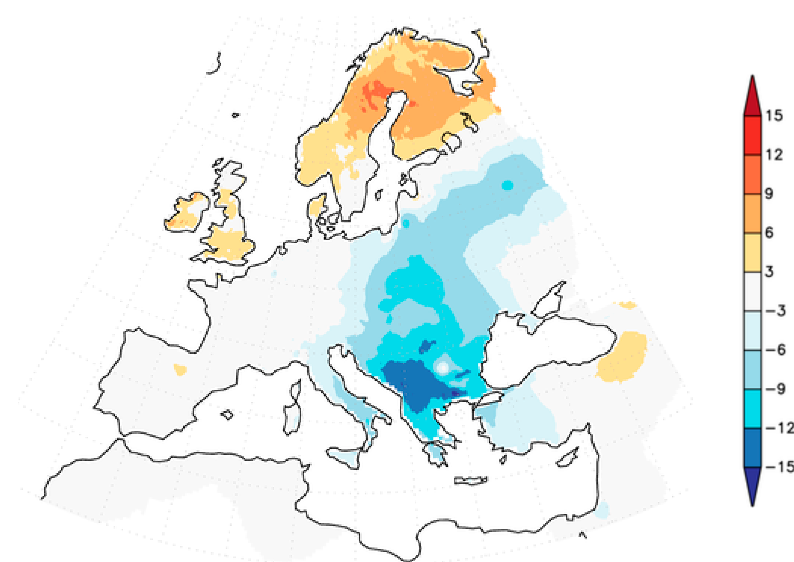


Abbildung 2 | Abweichungen vom normalen Temperaturdurchschnitt über fünf Tage, vom 7. bis 11. Januar 2017 in Europa. Quelle: World Weather Attribution 2017.

Kältewelle in Südosteuropa,

Januar 2017 | Abbildung 2

Das Ereignis: Im Januar 2017 brachte ein Hochdruckgebiet extreme Kälte und Schnee nach Italien, den Balkan und in die Türkei. Die betroffenen Gebiete waren zwischen 5 und 12 °C kälter als für diese Jahreszeit normal. Die Folge waren unter anderem Schulschließungen, Verkehrsunfälle und Flugausfälle.

Die Verbindung zum Klimawandel: Ein Wetterextrem wie dieses war nicht ganz ungewöhnlich, in der Vergangenheit traten solche Ereignisse etwa alle 35 Jahre auf. Die natürlichen Temperaturschwankungen in dieser Region sind ohnehin stark, so dass der Effekt der Erderwärmung nicht genau beziffert werden konnte. Es besteht jedoch kein Zweifel daran, dass eine solche Kältewelle ohne menschengemachten Klimawandel noch kälter ausgefallen wäre

Hitzewelle in Westeuropa,

Juli 2019 | Abbildung 3

Das Ereignis: Ende Juli 2019 stiegen die Temperaturen in Westeuropa und Skandinavien über einen Zeitraum von drei bis vier Tagen stark an und brachen vorherige Rekorde vom Sommer 2003. In den Niederlanden und in Belgien erreichten die Temperaturen erstmals mehr als 40 °C.

Die Verbindung zum Klimawandel: In Frankreich und den Niederlanden ist eine Hitzewelle wie diese aufgrund der menschengemachten Erderwärmung bereits etwa 100-mal wahrscheinlicher geworden, in Deutschland und Großbritannien etwa 10-mal wahrscheinlicher. Über alle betroffenen Regionen hinweg war die gemessene Hitze ungefähr 1,5 bis 3 °C extremer, als sie in einer Welt ohne Klimawandel gewesen wäre.

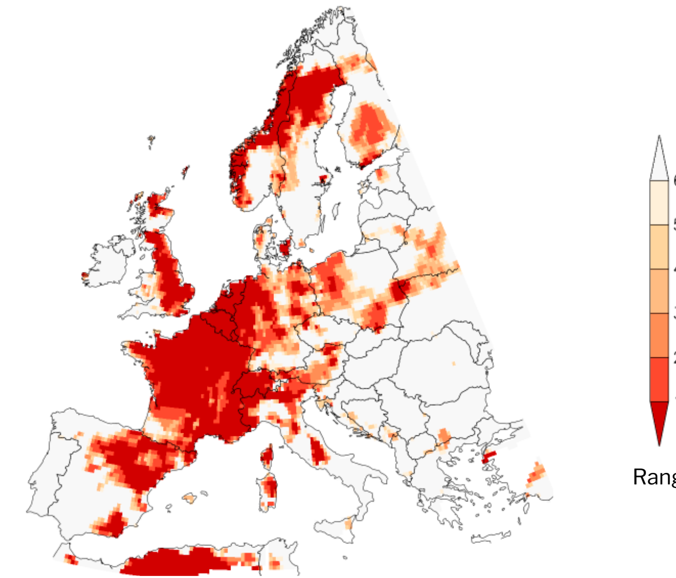


Abbildung 3 | Hitzerekorde im Juli 2019 — die Grafik zeigt die Platzierung der jeweils gemessenen Temperaturen in einer Rangfolge aller Messdaten seit 1950; Quelle: World Weather Attribution 2019.

Dürre in Kapstadt

2015-2017 | Abbildung 4

Das Ereignis: 2015 bis 2017 waren in der Provinz Western Cape in Südafrika drei aufeinanderfolgende Jahre mit unterdurchschnittlichen Niederschlägen. Die Wasserspeicher der Region gingen fast zur Neige, Kapstadt kam nahe an den „Tag Null“, an dem kein Wasser mehr aus den Leitungen der Stadt gekommen wäre. Das örtliche Wasserversorgungssystem besteht aus 14 Dämmen und ist ausgelegt, um Dürren bewältigen zu können, wie sie in der Vergangenheit durchschnittlich alle 50 Jahre einmal auftraten; Kritiker bemängeln aber Politisierung und Korruption.

Die Verbindung zum Klimawandel: Ereignisse wie diese Dürre sind im aktuellen Klima zwar selten — etwa einmal alle hundert Jahre —, die Wahrscheinlichkeit für ein solches Ereignis hat sich jedoch aufgrund des Klimawandels verdreifacht.

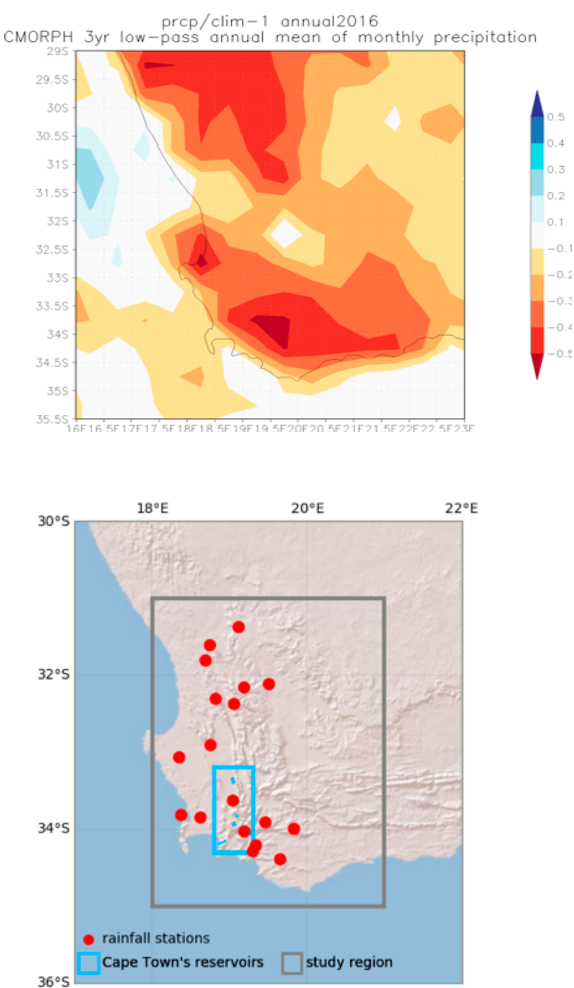


Abbildung 4 | Die obere Grafik zeigt die Abweichung der Niederschläge 2015-17 vom Durchschnitt der Jahre 1998-2014; Unten dargestellt sind die Studienregion (graues Quadrat), Wetterstationen (rote Punkte) sowie Standort der Wasserreservoirs von Kapstadt (im blauen Quadrat). Quelle: World Weather Attribution 2018.

Wie man über ein Wetterextrem berichtet, wenn es (noch) keine Studie dazu gibt

Warum möglicherweise keine spezielle Studie vorliegt

Seit die erste Attributionsstudie im Jahr 2004 erschien, wurden zwar bereits mehr als 400 Extremwetterereignisse mit dieser Methodik erforscht. Aber dies deckt natürlich nur einen winzigen Bruchteil der Wetterextreme ab, die in diesem Zeitraum aufgetreten sind. Selbst für die oben beschriebenen Schnellstudien braucht es mehrköpfige Teams, die mindestens mehrere Tage lang daran arbeiten — das ist momentan nicht bei jedem größeren Wetterereignis möglich. Die World Weather Attribution— Initiative beispielsweise arbeitet noch immer komplett ehrenamtlich.

Welche Extremwetter untersucht werden, hängt aber auch von der Art des Ereignisses ab. Bei einigen Typen von Wetterextremen ist der Zusammenhang mit der Erderwärmung komplizierter als bei anderen. Hitzewellen sind der einfachste Fall: Befindet sich mehr Wärme in der Atmosphäre, ist heißes Wetter wahrscheinlicher. Bei Niederschlag ist der Zusammenhang ebenfalls relativ simpel: Wärmere Luft kann mehr Feuchtigkeit speichern. Extreme Temperatur —oder Niederschlagsereignisse werden daher am häufigsten erforscht.

Dürren, Schneestürme, Tropenstürme und Waldbrände sind hingegen komplizierter. Dürren zum Beispiel entstehen in der Regel durch eine Kombination aus geringem Niederschlag, hohen Temperaturen und Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre und Landoberfläche. Zudem erstrecken sie sich über längere Zeiträume. Um diese Ereignisse gründlich untersuchen zu können, braucht es beispielsweise einheitliche und qualitativ hochwertige Beobachtungsdaten zum früheren Wetter, und die verwendeten Klimamodelle müssen in der Lage sein, diese komplexeren Extremwetterphänomene zu simulieren.

Was sich dennoch sagen lässt

Selbst wenn keine spezifische Studie vorliegt, kann man fundiert über die Zusammenhänge zwischen Wetterereignissen und Klimawandel berichten. Dies ist durch zwei Beweislinien möglich. Zum einen ist dieser Forschungsbereich beinahe 20 Jahre alt, für viele neue Ereignisse liegen deshalb bereits Studien zu vorherigen, ähnlichen Extremwettern vor. Die können Hinweise geben auf den Einfluss des Klimawandels bei neuen Ereignissen. Zum anderen sind wichtige Prozesse und Auswirkungen des Klimawandels in vielen Regionen der Welt bereits gründlich erforscht und gut verstanden. Einen detaillierten Überblick zum Stand der Wissenschaft und dazu, welche Veränderungen wir bereits heute in unserem Wetter sehen, bietet Band 1 des Sechsten Sachstandsberichts des IPCC, der im August 2021 erschienen ist. (Einen umfangreichen Faktencheck zum Thema finden Sie auf klimafakten.de.)

Der Rest dieses Leitfadens beschreibt, was die Wissenschaften über die Verbindung von Extremereignissen und Klimawandel sagen kann, auch wenn keine Zuordnungsstudie vorliegt — und was nicht. In einigen Fällen ist das Bild eindeutig, und es lassen sich rasch und mit hoher Zuverlässigkeit Aussagen über jede Region der Welt treffen. In anderen Fällen ist die Verlässlichkeit für bestimmte Aussagen zu bestimmten Teilen der Welt oder für bestimmte Aspekte eines Wetterextrems geringer. Solche Nuancen zu beachten ist wichtig, um die Öffentlichkeit akkurat zu informieren.

Ein Wetterextrem macht noch keine Katastrophe

Wenn Sie über Extremwetterereignisse berichten, sollten Sie unbedingt darauf hinweisen, dass sogenannte Naturkatastrophen wie Überflutungen, Dürren und Hitzewellen erst dann zu einer Katastrophe werden, wenn eine Gesellschaft verwundbar ist. Wie gut Menschen oder ganze Gesellschaften vorbereitet sind, hat entscheidenden Einfluss darauf, ob ein Wetter zu einer Katastrophe wird. Wie schwer jemand getroffen wird, hängt meist vom sozialen oder wirtschaftlichen Status eines Menschen ab. Darüber hinaus werden viele „Naturkatastrophen“ nicht nur durch die Natur verursacht, sondern sind durch den menschengemachten Klimawandel wahrscheinlicher und heftiger geworden.

Hitzewellen

Jede Hitzewelle auf der Welt ist aufgrund des menschengemachten Klimawandels nun stärker und wahrscheinlicher.

Die Wissenschaft erfasst die Erderwärmung als Anstieg der weltweiten Durchschnittstemperatur, doch dies ist nicht, wie Menschen den Klimawandel erleben. **Steigt der Temperaturdurchschnitt, dann ändern sich auch die Temperaturen, die an einem bestimmten Ort auf der Erde zu einer bestimmten Zeit möglich und wahrscheinlich sind.** Das bedeutet, dass überall auf der Welt milde Tage etwas wahrscheinlicher werden und kühlere Tage etwas unwahrscheinlicher. Temperaturen, die in einem unveränderten Klima ungewöhnlich waren, werden durch den menschengemachten Klimawandel normal. Temperaturen, die einst als „extrem“ wahrgenommen wurden, sind nun lediglich „ungewöhnlich“. Und Temperaturen, die früher unmöglich waren, sind das neue Extrem.

Entscheidend ist, dass sich **bei den extremsten Temperaturen die Wahrscheinlichkeit am schnellsten ändert.** In der Grafik auf Seite 9 ist gut erkennbar, dass die Wahrscheinlichkeit von Temperaturen in der Mitte der Kurve zwar auch zunimmt — aber die Temperaturen am „heißen“ Ende der Verteilung werden in einer wärmeren Welt um ein Vielfaches wahrscheinlicher. **Ein Anstieg der Erdmitteltemperatur um 1 °C macht Hitzewellen daher um mehr als 1 °C wärmer.**

Laut IPCC-Sachstandsbericht von 2021 besteht kein Zweifel daran, dass die durchschnittlichen und extremen Temperaturwerte auf jedem Kontinent ansteigen und dass der menschengemachte Klimawandel die Ursache ist:

- Eine Hitzewelle, die im Klima vor Beginn der Industrialisierung einmal alle zehn Jahre aufgetreten wäre, tritt im heutigen Klima rund 2,8-mal in zehn Jahren auf und ist 1,2 °C heißer als früher. Sollte die Erderhitzung 2 °C erreichen, wird eine solche Hitzewelle etwa 5,6-mal stattfinden (also statt aller zehn Jahre statistisch in mehr als jedem zweiten Jahr auftreten) und 2,6 °C heißer sein.

- Eine Hitzewelle, die im vorindustriellen Klima einmal alle 50 Jahre aufgetreten wäre, tritt inzwischen etwa 4,8-mal in 50 Jahren auf und ist 1,2 °C heißer. Bei 2 °C durchschnittlichem Temperaturanstieg tritt sie 13,9-mal auf (also statistisch nicht mehr alle 50 Jahre, sondern in mehr als jedem vierten Jahr) und ist dann 2,7 °C heißer.

Dies sind die globalen Durchschnittswerte für moderate Hitzewellen. **Extreme Hitzewellen** jedoch **können aufgrund des Klimawandels an bestimmten Orten bis zu mehrere hundert Mal wahrscheinlicher werden.** Dies zeigt sich in Attributionsstudien für einzelne Ereignisse; zum Beispiel wäre die Rekord-Hitzewelle von 2021 in Westkanada und in den USA ohne den menschengemachten Klimawandel unmöglich gewesen, ebenso wie die Hitzewelle in Sibirien 2020. Auch die Wahrscheinlichkeit für lebensbedrohliche feucht-heiße Verhältnisse wie 2015 in Nordindien und Pakistan hat aufgrund des Klimawandels drastisch zugenommen. Andere Studien kamen zu ähnlichen Ergebnissen für Hitzewellen in China, Argentinien, allen Teilen von Europa und Nordamerika, Nord— und Zentralafrika, Australasien und Südostasien.

Die hier verlinkten Beispiele sind nur ein kleiner Ausschnitt aus der Forschungsliteratur. Attributionsstudien zeigen immer wieder, dass sich Veränderungen bei den Temperaturen in immer heißeren und häufiger auftretenden Hitzewellen manifestieren, die Millionen von Menschen treffen.

Einschränkungen und Anmerkungen

Der Zusammenhang von Erderwärmung und intensiveren und häufigeren Hitzewellen ist in jedem Teil der Welt extrem stark; man braucht bei solchen Aussagen nicht sonderlich auf der Hut sein. Dies gilt sowohl für zerstörerische und weiträumige Hitzewellen, die den nationalen Wetterdiensten als solche erfasst werden, als auch für lokale warme Tage. Im Folgenden einige kleinere Anmerkungen:

- **Der Jetstream als „Ursache“ von Hitzewellen** — Hitzewellen entstehen durch besondere Verhältnisse in der Atmosphäre. Großräumige Wellen der Jetstreams, auch bekannt als planetarische Wellen, können zu langanhaltender Extremhitze führen — besonders bemerkenswerte Beispiele sind Europa 2003 und Russland 2010, damals starben schätzungsweise 70.000 bzw. 55.000 Menschen. Die außergewöhnliche Hitze in Sibirien im Winter und Frühling 2020 wurde teilweise durch veränderte atmosphärische Dynamiken nahe des Nordpols verursacht — ein sehr starker Jetstream sorgte für bewölkten Himmel (und dadurch milderes Wetter), was wärmere Luft in den hohen Norden zog. Die Debatte innerhalb der Wissenschaft dazu, inwiefern sich der Klimawandel auf diese planetarischen Wellen und die Dynamik auswirkt, ist noch im Gange. Einige Studien zeigen einen Zusammenhang, und sie ziehen oft viel Medienberichterstattung nach sich; andere Studien hingegen zeigen ihn nicht. Die Antwort auf diese Forschungsfrage steht noch aus. Vielleicht machen diese klimawandelbedingten Atmosphärenveränderungen Hitzewellen künftig etwas wahrscheinlicher oder unwahrscheinlicher, etwas stärker oder schwächer. Allerdings sind die Folgen dieser Veränderung bislang weitaus geringer als die direkten Einflüsse der Erderwärmung auf extreme Hitzewellen.

- **Scheinbar widersprüchliche Ergebnisse von Attributionsstudien** — Grundsätzlich kann man sagen, dass großräumige Hitzewellen (etwa Westeuropa oder Brasilien betreffend) oder langanhaltende Hitzewellen (etwa einen ganzen Sommer andauernd) stärker mit der Erderwärmung zusammenhängen als eine kleinräumige oder kürzere. Zum Beispiel wird eine Hitzewelle über einen Sommer in ganz Westeuropa sicherlich stärker vom Klimawandel beeinflusst sein als eine dreitägige Hitzewelle in England. In der Vergangenheit hat dies zu scheinbar widersprüchlichen Berichten in den Medien geführt, wenn unterschiedliche Studien ein Ereignis unterschiedlich bewerteten. Die Hitzewelle im Jahr 2018 über Großbritannien wurde beispielsweise sowohl als „mindestens doppelt so wahrscheinlich" als auch als „dreißig Mal so wahrscheinlich" beschrieben — doch bezog sich erstere Aussage auf eine dreitägige Hitzewelle in Oxford, letztere auf die Durchschnittstemperatur des gesamten Sommers im ganzen Südwesten Englands. Unabhängig von solchen Zahlenangaben ist man als Journalistin oder Journalist auf der sicheren Seite, wenn man extreme Hitze mit dem menschengemachten Klimawandel in Zusammenhang bringt.
- **Zu vorsichtig sein** — Es kann eine Verletzung der journalistischen Sorgfaltspflicht sein, wenn man zu vorsichtig ist bei Berichten über Hitze. Immer öfter brechen Hitzewellen vorherige Rekorde, und dies ist eine direkte Konsequenz der sich rasch erwärmenden Welt. Es ist um ein Vielfaches wahrscheinlicher geworden, dass sich Hitzewellen über verschiedenen Teilen der Erde gleichzeitig bilden, was wesentlich schwerere Folgen für Mensch, Landwirtschaft und die Lebensmittelversorgung hat als ein isoliertes Ereignis. Die Forschung hat ergeben, dass solche synchronen Wetterextreme (engl.: „compound events") ohne den menschengemachten Klimawandel praktisch unmöglich gewesen wären.

Überschwemmungen

Extreme Regenfälle sind wegen des menschengemachten Klimawandels häufiger und intensiver geworden — dies gilt für die meisten Orte der Welt, insbesondere Europa, große Teile Asiens, das mittlere und östliche Nordamerika sowie Teile von Südamerika, Afrika und Australien. (In anderen Regionen ist es noch nicht möglich, gesicherte Aussagen über die Veränderungen bei Starkregen zu treffen.) Überschwemmungen werden daher an den genannten Orten wahrscheinlich häufiger und heftiger ausfallen, was aber auch durch andere menschliche Faktoren beeinflusst wird.

Es gibt zwei Wege, auf denen der Klimawandel Starkregen beeinflusst. Erstens kann eine wärmere Atmosphäre schlicht mehr Feuchtigkeit enthalten. Der Grund dafür ist, dass sich Wassermoleküle schneller bewegen, wenn es wärmer ist — sie sind daher mit höherer Wahrscheinlichkeit in gasförmigem Zustand (Wasserdampf) statt im flüssigen Zustand. Die Wissenschaft beschreibt diesen Zusammenhang mit der **„Clausius-Clapeyron-Gleichung" — ihr zufolge bedeutet 1 °C höhere Temperatur sieben Prozent höhere Wasseraufnahmefähigkeit der Luft. Wenn es also regnet, kommt in einer wärmeren Atmosphäre mehr Wasser vom Himmel.** Dieser Mechanismus ist der Hauptgrund, warum der Klimawandel zu einem globalen Anstieg extremer Regenfälle führt.

Zweitens hat der Klimawandel einen Einfluss darauf, wie oft wir Bedingungen erleben, in denen Starkregen auftreten. Dies gilt beispielsweise für Stürme, die aus komplexen Wetterphänomenen und bestimmten atmosphärischen Zirkulationsmustern folgen. Diese Mechanismen (und der Einfluss des Klimawandels auf sie) ist in Klimamodellen viel schwieriger zu simulieren, auch wenn Attributionsstudien natürlich versuchen, diese Wetterbedingungen präzise widerzuspiegeln. Doch dieser Aspekt von Klimaänderungen dürfte ohnehin weniger wichtig sein: Eine Studie zum Extremsommer 2012 in Nordeuropa kam zu dem Ergebnis, dass der menschliche Einfluss bisher wenig Auswirkungen auf die atmosphärische Zirkulation hatte, die zu Starkregen führte.

Auch wenn andere Typen von Extremwetterkatastrophen häufiger sein mögen, bekommen Überschwemmungen die meiste Medienaufmerksamkeit. (Über Hitzewellen zum Beispiel, vor allem im globalen

Süden, wird viel seltener berichtet.). Es gibt viele verschiedene Arten von Überschwemmungen, etwa Flusshochwässer, Küstenhochwässer, Sturzfluten oder auch stark ansteigendes Grundwasser. Bis auf Küstenhochwässer werden alle Überschwemmungen mindestens teilweise durch starke Niederschläge ausgelöst, die erheblich vom Klimawandel beeinflusst sind. Überschwemmungen an der Küste werden deshalb nur kurz im Abschnitt „Einschränkungen" erwähnt, ansonsten beziehen sich die folgenden Ausführungen auf Überschwemmungen infolge von Starkregen.

Seit den 1950er Jahren sind schwere Niederschläge in den meisten Teilen der Welt häufiger und intensiver geworden — inzwischen ist bekannt, dass dies hauptsächlich auf den menschengemachten Klimawandel zurückgeht. In keinem Teil der Welt ist die Wahrscheinlichkeit von Starkregen deutlich gesunken. Laut IPCC-Bericht, ist bereits heute (bei gut 1 °C Erderhitzung) ein Starkregen an einem beliebigen Ort, der einst nur einmal in zehn Jahren auftrat, bereits 6,7 Prozent feuchter und tritt bereits 1,3-mal in zehn Jahren auf. Bei einem globalen Temperaturanstieg um 2 °C wird die Häufigkeit auf 1,7-mal in zehn Jahren (also auf einmal in sechs Jahren) steigen und die jeweilige Niederschlagsmenge 14 Prozent zunehmen

Attributionsstudien zeigen in manchen Regionen stärkere Veränderungen, in anderen geringere. In Nordengland und Südschottland zum Beispiel führte Sturm Desmond 2015 zu starken Überschwemmungen. Dass der Sturm einen so enormen Niederschlag brachte, war durch den Klimawandel um etwa 59 Prozent wahrscheinlicher geworden. Auf die zerstörerischen Fluten in Bangladesch im Jahr 2017 hingegen hatten menschengemachte Treibhausgase nur einen kleinen Einfluss (wenn überhaupt).

Kombiniert man beobachtete Niederschlagstrends und die Ergebnisse von Attributionsstudien, dann lässt sich für folgende Weltgegenden mit Sicherheit sagen, dass niederschlagsbasierte Überschwemmungen durch den Klimawandel zugenommen haben: Europa, der größte Teil Asiens, Nordaustralien, das zentrale und östliche Nordamerika, der Nordosten von Südamerika und das südliche Afrika. Hingegen lassen sich (bislang) keine gesicherten Aussagen treffen zu Veränderungen in großen Teilen Afrikas, Australiens und Asiens sowie Süd- und Mittelamerikas.

Einschränkungen und Anmerkungen

- **Ungewissheit in einigen Bereichen** — Jede Aussage zu Klimawandel und Starkniederschlägen ist wissenschaftlich weniger gesichert als Aussagen zum Bereich Hitze, und sie variieren weltweit. Dafür gibt es mehrere Gründe: Niederschläge entstehen durch komplexe Phänomene, die oft schwer in den Klimamodellen zu simulieren sind. Außerdem sind die historischen Beobachtungsdaten zu Niederschlägen qualitativ schlechter als solche zu Temperaturen — sie reichen weniger weit zurück in die Vergangenheit und sind weltweit oft wenig konsistent; deshalb sind Niederschlagsveränderungen schwieriger festzustellen. Praktisch bedeutet dies, dass wir einzelne Niederschlagsereignisse nur in solchen Regionen dem Klimawandel zuschreiben können, für die sichere Daten zum Entwicklungstrend vorliegen — und auch dann muss erwähnt werden, dass es größere unbekannte Faktoren gibt. Ausnahmen sind hierbei Nordeuropa und Zentral-Nordamerika; dort lässt sich der Einfluss des Klimawandels am klarsten feststellen bei relativ geringen wissenschaftlichen Ungewissheiten.

- **Niederschläge sind nicht gleich Überschwemmungen** — Die hier getätigten Aussagen gelten für Starkregen. Doch damit diese zu einer Überschwemmung werden, muss weiteres hinzukommen, beispielsweise spielen menschliche Faktoren eine Rolle, etwa die Art der Landnutzung (d. h. Landwirtschaft, Abholzung, Verstädterung und Flächenversiegelung) oder die Qualität des Hochwasserschutzes. Zum Beispiel kann selbst moderater Niederschlag zu schweren Überschwemmungen führen, wenn er auf eine Stadt mit schlechter Kanalisation und hoher Bevölkerungsdichte trifft. Zudem werden bei jeder Überschwemmung die Folgen für die Menschen stark dadurch beeinflusst, wie geschützt oder verletzlich sie sind.

- **Küstenhochwasser** — Diese Art von Überschwemmungen wird durch die Windstärken und die Pegelhöhe der Gezeiten beeinflusst und daher von zwei Schlüsselfaktoren: der Stärke von Stürmen und dem Meeresspiegel. Bei der wind-verursachten Zunahme von Küstenhochwassern (Sturmfluten) gibt es nur wenig Bewegung. Hingegen trägt der Klimawandel durch den stetigen Anstieg der Meeresspiegel deutlich zu stärkeren Überflutungen an den Küsten bei: Jedes Küstenhochwasser läuft dadurch höher auf, als es ohne Erderhitzung der Fall wäre. Dieser Effekt allein wird dazu führen, dass Jahrhundertfluten (also Überschwemmungen, wie sie bisher einmal in hundert Jahren auftraten) an vielen Orten weltweit bis zum Jahr 2100 jedes Jahr stattfinden werden. Je mehr Treibhausgas die Menschheit noch ausstößt, desto mehr Orte werden hiervon betroffen sein.

- **Hochwasser durch mehrere Faktoren** — Eine Kombination aus Starkregen und Sturmflut (wenn also wegen schwerer Regenfälle Flüsse über die Ufer getreten sind und dazu dann noch Wasser kommt, das meeresseitig durch einen heftigen Sturm herangedrückt wird) kann katastrophale Auswirkungen auf Küstenstädte und die dort lebenden Menschen haben. Der Klimawandel hat nachweislich die Wahrscheinlichkeit solcher Doppelschläge in nordamerikanischen Städten und in Nordeuropa erhöht, vermutlich aber auch an anderen Orten.

Tropische Wirbelstürme
(Hurrikane, Taifune und Zyklone)

Die Gesamtanzahl an tropischen Wirbelstürmen pro Jahr hat sich weltweit nicht verändert, aber der Klimawandel hat das Auftreten der intensivsten und zerstörerischsten Stürme erhöht. Starkregen durch tropische Wirbelstürme haben deutlich zugenommen, ebenso wie Niederschläge aus anderen Quellen. Sturmfluten laufen höher auf, weil infolge des Klimawandels die Meeresspiegel angestiegen sind.

Der Klimawandel beeinflusst tropische Wirbelstürme hauptsächlich auf dreierlei Weise. Erstens durch vermehrte Niederschläge: Tropische Wirbelstürme sind die stärksten Niederschlagsereignisse des Planeten. Wie bei allen extremen Niederschlägen führt bei ihnen eine wärmere Atmosphäre zu mehr Feuchtigkeit, die dann abregnen kann. Der Effekt ist prozentual — und **da bei tropischen Wirbelstürmen die Niederschlagsmengen bereits sehr hoch sind, sehen wir hier auch den größten absoluten Anstieg der Niederschlagsmengen.**

Zweitens: Mehr Hitze in den Ozeanen. Warmes Meerwasser treibt tropische Wirbelstürme an und nährt sie. **Die Erderwärmung sorgt** deshalb **für Bedingungen, in denen sich stärkere Stürme bilden können, die sich rasch verstärken und bis zum Erreichen des Festlands beständig bleiben und zugleich mehr Wasser mit sich führen können.** Die Regenmassen, die Hurrikan Harvey 2017 nach Texas brachte, wäre ohne den Einfluss des rekordwarmen Meerwassers im Golf von Mexiko in jenem Jahr nahezu unmöglich gewesen. **Der Klimawandel hat auch zur Folge, dass tropische Wirbelstürme nun in Regionen weiter nördlich und südlich auftreten können als in der Vergangenheit,** wo ohne die menschengemachte Erhitzung die Oberflächentemperatur des Wassers eigentlich nicht hoch genug gewesen wäre, um Wirbelstürme zu bilden. Die Wissenschaft sieht bisher und erwartet auch künftig nicht mehr tropische Wirbelstürme insgesamt, aber sie geht davon aus, dass diese stärker werden und an Orten auftreten, die bisher davon verschont blieben.

Drittens: Der Anstieg der Meeresspiegel. Die Sturmfluten sind ein wichtiger Faktor bei den Schäden durch tropische Wirbelstürme, und sie werden durch den Klimawandel verstärkt (siehe dazu den Abschnitt „Überschwemmungen“).

Es gibt nur sehr begrenzt historische Daten von tropischen Wirbelstürmen. Es ist daher schwierig, verlässliche Aussagen zu Entwicklungstrends zu treffen. Allerdings ist inzwischen klar, dass in allen Teilen der Welt, in denen sie auftreten, stärkere tropische Wirbelstürme (der Kategorien 3 bis 5 auf der Saffir-Simpson-Skala) wesentlich häufiger geworden sind, auch wenn sich die Gesamtanzahl der tropischen Wirbelstürme nicht verändert hat. Diese Stürme sind für den allergrößten Teil der Schäden verantwortlich, die überhaupt von tropischen Stürmen verursacht werden.

Aussagen zum Zusammenhang von tropischen Wirbelstürmen und Klimawandel gibt es inzwischen für einige der wichtigsten Zyklongegenden; sie zeigen, wie sich einzelne Ereignisse verändern. Im Nordatlantik zum Beispiel nahmen die Niederschlagsmengen der Hurrikane Katrina, Irma, Maria, Harvey, Dorian und Florence durch den Klimawandel zu (um 4, 6, 9, 15, 7,5 bzw. 5 Prozent). Zusammengenommen haben allein diese Stürme Schäden in Höhe von mehr als 500 Milliarden US-Dollar verursacht. Im Nordpazifik wiederum stieg die Niederschlagsmenge des Taifuns Morakot um 2,5 bis 3,6 Prozent. Und die extremen Sturmjahre, die es in jüngster Zeit rings um Hawaii, im östlichen Pazifik und im Arabischen Meer gab, sind durch den Klimawandel wahrscheinlicher geworden.

Zudem lassen sich einzelne Sturmfluten dem Klimawandel zuschreiben. Die 2012 vom Hurrikan Sandy in den USA überschwemmte Fläche wurde durch den Klimawandel noch vergrößert, es waren 71.000 mehr Wohnungen betroffen, und die Schäden fielen um 8,1 Milliarden US-Dollar höher aus, als es ohne Klimawandel der Fall gewesen wäre. Und die zerstörerische Sturmflut des Wirbelsturms Haiyan 2013 auf den Philippinen verschlimmerte sich um etwa 20 Prozent.

Einschränkungen und Anmerkungen

- **Kein Trend in der Häufigkeit** — Die Gesamtzahl der tropischen Wirbelstürme steigt infolge des Klimawandels nicht, wohl aber die generelle Aktivität, weil die stärksten Stürme häufiger auftreten.

- **Die Intensität eines einzelnen Wirbelsturms kann nicht sicher dem Klimawandel zugeordnet werden** — Attributionsstudien über tropische Wirbelstürme konzentrieren sich auf die Verstärkung von Niederschlägen und Sturmfluten. Zwar sind die stärksten Stürme im Laufe der Zeit viel häufiger geworden, aber es sind noch keine Aussagen darüber möglich, ob ein bestimmter Sturm durch den Klimawandel stärker geworden ist, weil dazu bisher nur eine einzige Studie mit einem einzelnen Modell durchgeführt wurde. Allerdings gibt es immer mehr Belege dafür, dass wärmere Ozeane zu einer Verstärkung führen, die es ohne den Klimawandel nicht gegeben hätte.

- **Rasche Intensivierung** — Der Klimawandel führt zu mehr Zyklonen, die schnell an Stärke zunehmen. Der Grund dafür ist die extreme Wärme der Ozeane. Ein Wirbelsturm, der rasch stärker wird, ist potenziell sehr viel gefährlicher als einer, der nur langsam an Stärke gewinnt, da viel weniger Zeit für Notfallvorbereitungen zur Verfügung steht. Dies gilt vor allem, wenn ein Wirbelsturm sich besonders verstärkt, kurz bevor er auf Land trifft. Die Hurrikane Michael und Harvey sind jüngste Beispiele für sich rasch verstärkende Wirbelstürme.

- **Stürme, die polwärts ziehen** — Mit wärmer werdendem Meereswasser kann man davon ausgehen, dass sich tropische Wirbelstürme weiter vom Äquator fortbewegen. Bisher lässt sich nur die Nordverschiebung der Wirbelstürme im westlichen Nordpazifik, die Ost- und Südostasien trafen, direkt der Erderwärmung zuschreiben. Im Ergebnis können diese Stürme auch relativ unvorbereitete Gegenden treffen, weil es dort in der Vergangenheit keinen Grund gab, sich auf solche Ereignisse vorzubereiten.

Starker Schneefall

Aufgrund des Klimawandels ist weltweit die Wahrscheinlichkeit und Intensität extremer Kälte zurückgegangen. Klare Aussagen dazu, wie sich starke Schneefälle verändert haben, sind für die meisten Orte der Welt nicht möglich; in Teilen Ost- und Nordasiens, in Nordamerika und auf Grönland jedoch könnten sie an Intensität zugenommen haben.

Die dramatische Erwärmung der Landoberfläche des Planeten bedeutet, dass mehr Niederschlag fällt (siehe u.a. Abschnitt „Überschwemmungen“); aber diese Zunahme zeigt sich meist in Form von Regen, nicht Schnee. Ausnahmen von dieser Regel finden sich möglicherweise in Teilen Nordamerikas, Nord- und Ostasiens und auf Grönland. Denn **wo es trotz allgemeiner Erwärmung kalt genug bleibt für Schnee, kann sich die zusätzliche Feuchte der Atmosphäre als Schnee niederschlagen.** An solchen Orten wird dann zwar die Schneesaison kürzer, und es schneit weniger häufig, aber dafür manchmal wesentlich stärker.

Es gibt noch wenig sichere Erkenntnisse dazu, wie sich starker Schneefall bisher aufgrund des Klimawandels verändert hat. Dies liegt zum einen daran, dass es vielerorts nur spärliche Beobachtungsdaten zu starkem Schneefall gibt, zum anderen sind solche Ereignisse mit Klimamodellen vergleichsweise schwer zu simulieren.

Attributionsstudien wurden bisher nur für einige wenige Ereignisse starken Schneefalls durchgeführt. Sie ergaben entweder, dass es keine Verbindung zum Klimawandel gibt, oder sie kamen zu unsicheren Ergebnissen. Zum Beispiel hat der Klimawandel möglicherweise die Wahrscheinlichkeit des frühen Herbstschnees in South Dakota von 2013 gesenkt, aber verlässlich sagen lässt sich dies nicht. Ebenfalls 2013 fielen in den Spanischen Pyrenäen extreme Schneemassen, dies ließ jedoch allein durch natürliche Schwankungen erklären. Der Klimawandel hatte ebenfalls keinen Einfluss auf den Schneesturm Jonas, der 2016 die mittlere Ostküste der USA traf.

Hingegen deutet eine Studie zu starken Schneefällen in den höheren Breiten der Nordhalbkugel darauf hin, dass sie aufgrund des Klimawandels seit den 1950er Jahren heftiger geworden sind, beispielsweise in Teilen Ost- und Nordasiens, in Teilen Nordamerikas und Grönlands. In Nordamerika trifft dies wahrscheinlich auf hochgelegene Gebiete im Winter zu, weniger in anderen Jahreszeiten und in niedrigeren Gegenden.

Einschränkungen und Anmerkungen

- **Die Polarwirbel** — Es gibt zwei Polarwirbel im Winter, einen in der Troposphäre (den Jetstream) und einen in der Stratosphäre (den stratosphärischen Polarwirbel, kurz SPV). Eine Schwächung dieser Starkwindsysteme steht in Zusammenhang mit extremem Winterwetter in Eurasien und Nordamerika: Ein schwächerer Jetstream neigt zum Mäandern, also zu stärker ausgreifenden Wellen, wodurch kalte Luft aus der Arktis weiter nach Süden gezogen wird. Bei einem schwachen SPV steigt die Wahrscheinlichkeit, dass er zusammenbricht und es zu einem „plötzlichen stratosphärischen Erwärmungsereignis" kommt, bei dem die ebenfalls extrem kalte Luft nach Süden gelangt. Hier gibt es eine Verbindung zum Klimawandel, da beide Wirbel das Ergebnis von Temperaturunterschieden zwischen der Arktis und den Gebieten weiter südlich sind. Da sich die Arktis rascher aufheizt als die Gebiete weiter südlich, sinkt die Temperaturdifferenz, weshalb der Klimawandel diese Polarwirbel schwächen kann. Bislang gibt es zwar einige Hinweise darauf, dass sich Jetstream und SPV tatsächlich abschwächen, aber es ist noch nicht abschließend geklärt, ob diese Veränderung außerhalb der natürlichen Klimaschwankungen liegen

- **Keine eindeutige Aussage** — Momentan ist es nur sehr eingeschränkt möglich, ein einzelnes Starkschneeereignis auf den Klimawandel zurückzuführen (weder lässt sich eine Zu- noch eine Abnahme der Wahrscheinlichkeit nachweisen). Bei extremen Schneefällen in Nordamerika, Nord- und Ostasien sowie Grönland kann man vermuten, dass eine Verbindung besteht, aber nur mit geringer Gewissheit.

- **Schnee (und extreme Kälte) in einer wärmer werdenden Welt** — Wetter und Klima sind zwei unterschiedliche Dinge. Das Klima ist der Durchschnitt des Wetters über einen langen Zeitraum — oft mehrere Jahrzehnte — und über ein großes Gebiet — in der Regel ein Land oder eine Region. Einer alten Redensart zufolge ist Klima, was man erwartet, aber Wetter, was man bekommt. Selbst in einer Welt, die sich im Durchschnitt erwärmt, ist wegen der natürlichen Varianz des Wetters an jedem beliebigen Tag extreme Kälte oder Schnee möglich. Mehrere Attributionsstudien haben gezeigt, dass Kälteeinbrüche in einer wärmeren Welt unwahrscheinlicher werden, aber nicht unmöglich — ebenso wie ein gesunder Lebenswandel die Chance auf Krankheit verringert, heißt das nicht, dass nicht auch fitte und gesunde Personen erkranken.

Dürren

Dürren werden nur in einigen Gebieten aufgrund des Klimawandels häufiger und heftiger, beispielsweise in Europa, im Mittelmeerraum, im südlichen Afrika, in Zentral- und Ostasien, in Südaustralien und im Westen Nordamerikas. Es gibt einige Belege für eine Zunahme auch in West- und Zentralafrika, im Nordosten Südamerikas sowie in Neuseeland.

Der Klimawandel beeinflusst Dürren auf vielfältige Weise, aber zwei Punkte stechen heraus. Erstens: Verdunstung — ist die Atmosphäre wärmer, verdunstet an Land mehr Wasser, Böden werden trockener. Zweitens: Niederschlagsverteilung — weltweit werden einzelne Regenereignisse heftiger, es fällt in kürzerer Zeit mehr Niederschlag. Das ist wichtig, weil Starkregen die Landoberfläche schneller sättigt; es sickert dann weniger Wasser tiefer in die Böden, sondern läuft direkt in die Flüsse ab. Fällt dieselbe Niederschlagsmenge als milder Regen über einen längeren Zeitraum, dann ist es wahrscheinlicher, dass Bodenfeuchte und Grundwasserreserven erhalten bleiben. Im Ergebnis kann es deshalb zu schlimmeren Dürren kommen, selbst wenn die Regenmenge an einem Ort insgesamt konstant bleibt.

In manchen Regionen der Welt verstärken sich die Niederschläge, was dem beschriebenen Mechanismus entgegenwirkt — dort werden Dürren allgemein weniger wahrscheinlich. Doch bisher gibt es für eine solche Entwicklung nur in Nordaustralien ausreichend Belege. In anderen Regionen nimmt zwar Starkregen zu, aber die durchschnittliche Niederschlagsmenge sinkt, also die Gesamtsumme des Regens innerhalb eines Jahres oder zu einer Jahreszeit geht zurück. In diesen Regionen sind die deutlichsten Veränderungen bei Dürren spürbar. **Insgesamt führt die Kombination von mehr Verdunstung, eher sporadischen, dafür aber stärkeren Regenfällen sowie einer geringeren Durchschnittsmenge an Niederschlag dazu, dass Dürren in Regionen oder Jahreszeiten häufiger werden, die ohnehin für Dürren anfällig sind.**

Dürren sind komplex. Es gibt viele Arten von Dürre — und keine einfache Antwort auf die Frage, wie sie mit dem Klimawandel zusammenhängen. Landwirtschaftliche und ökologische Dürren sind in der Wissenschaft definiert als ein Mangel an Bodenfeuchtigkeit, während sich meteorologische, hydrologische und Grundwasserdürren an Niederschlagsmangel, geringen Flusspegeln oder niedrigen Grundwasserspiegeln zeigen. Bei landwirtschaftlichen und ökologischen Dürren

ist die Verbindung zum Klimawandel am klarsten; sie sind ausführlich im jüngsten IPCC-Bericht beschrieben und haben direkte Folgen für die Lebensmittelsicherheit von Gesellschaften und für die Natur im Allgemeinen.

Zu den Regionen, in denen das Dürrerisiko steigt, gehören der Mittelmeerraum, das westliche Nordamerika, der Nordosten Südamerikas, Zentral- und Ostasien, Südaustralien sowie Teile des zentralen, westlichen und südlichen Afrikas. Um die Schwere einer bestimmten Dürre zu beschreiben, blickt die Forschung auf die sogenannte Standardabweichung — sie ist ein Maß dafür, wie ungewöhnlich die Bedingungen im Vergleich zum Normalzustand an einem bestimmten Ort sind. Auf diese Weise können Trends bei der Entwicklung von Trockenheit auch zwischen Regionen verglichen werden, die jeweils sehr unterschiedliche jährliche Niederschlagsmengen und Bodenfeuchtigkeiten aufweisen. Für die obengenannten austrocknenden Regionen berichtet der IPCC, dass ein Dürreereignis, das an einem bestimmten Ort in der Vergangenheit nur einmal alle zehn Jahre auftrat, inzwischen 1,7-mal in zehn Jahren stattfindet und um 0,3 Standardabweichungen trockener ist. Bei 2 °C Erderwärmung verstärkt sich der Trend deutlich: Ein solches Ereignis wird dann um 0,6 Standardabweichungen trockener sein und statistisch 2,4-mal in zehn Jahren auftreten, also nicht wie früher alle zehn Jahre, sondern rund alle vier Jahre.

Attributionsstudien zu etlichen Dürren aus jüngerer Zeite fanden stärkere Zusammenhänge als diese durchschnittlichen Trends; es gab aber auch Beispiele, wo sich keine Verbindung mit dem Klimawandel zeigte. Dies gilt für alle Typen von Dürren, einschließlich der landwirtschaftlichen und ökologischen, auf die sich der IPCC bezog. Die einzelnen Studienergebnisse können daher nur teilweise mit den eben zitierten Trendaussagen des IPCC verglichen werden. Eine Dürre in Kapstadt zwischen 2015 und 2017 zum Beispiel führte in der südafrikanischen Metropole beinahe zum „Tag Null" ohne Wasser — diese Dürre hat der Klimawandel rund drei bis sechs Mal wahrscheinlicher gemacht (siehe Seite 14). Ganz ähnlich fiel das Ergebnis für die extreme Trockenheit in China zwischen Mai und Juni 2019 aus — hier stieg die Wahrscheinlichkeit für ein solches Ereignis aufgrund des Klimawandels um das Sechsfache. In den Binnenregionen der Niederlande lässt sich mindestens die Hälfte der beobachteten Zunahme bei landwirtschaftlicher Dürre auf den Klimawandel zurückzuführen. Hingegen hatte der Klimawandel keinen Einfluss auf andere Dürren, vor allem einige in Ostafrika, die schwere humanitäre Folgen hatten.

Zusammengefasst lässt sich durch die Kombination allgemeiner Trends und Studien zu Einzelereignissen sagen, dass die Schwere und Wahrscheinlichkeit von Dürren

- ***mit hoher Gewissheit*** im Mittelmeerraum, im südlichen Afrika, in Zentral- und Ostasien, in Südaustralien und im westlichen Nordamerika zugenommen hat und
- ***mit geringer Gewissheit*** in West- und Mitteleuropa, in West- und Zentralafrika, im Nordosten von Südamerika sowie in Neuseeland zugenommen hat.

Einschränkungen und Anmerkungen

- **Die zitierten IPCC-Zahlen gelten nur für Regionen, die austrocknen** — Die Trendaussagen im Sechsten Sachstandsbericht für Änderungen bei Dürrewahrscheinlichkeit und -schwere gelten nur für die Veränderung der Bedingungen in jenen Teilen der Welt, die insgesamt trockener werden. Deshalb sollten sie auch nur für die betreffenden Regionen zitiert werden, also den Mittelmeerraum, den Westen Nordamerikas, Zentral- und Ostasien, große Teile des zentralen, westlichen und südlichen Afrikas, den Nordosten Südamerikas sowie Südaustralien.
- **Dürretypen und Unsicherheit** — Wie bereits erläutert, gibt es unterschiedliche Arten von Dürre. Jede unterscheidet sich nach Region, und der Wissensstand zu den Typen von Dürre ist sehr unterschiedlich. Daher muss man bei allen Berichten über eine Dürre sehr vorsichtig sein. In diesem Leitfaden wurden alle Dürrearten in einem Abschnitt zusammengefasst, damit er einfacher nutzbar ist. Dies bedeutet allerdings aus fachlicher Sicht, dass etwas an wissenschaftlicher Gewissheit der Aussagen verlorengeht — und es ist wichtig, hierauf hinzuweisen. In dieser Broschüre wird deshalb nur für solche Regionen von hoher Wahrscheinlichkeit der Zunahme gesprochen, wo es deutliche Signale bei mehreren unterschiedlichen Dürretypen gibt. Regionen, für die sich ein Zusammenhang mit dem Klimawandel nur für eine Art von Dürre nachweisen lässt, sind hier in der Kategorie „geringe Gewissheit" erfasst. Für alle nicht genannten Regionen kann (noch) nicht mit wissenschaftlicher Sicherheit gesagt werden, wie stark eine Dürre vom Klimawandel beeinflusst wurde. In Ostafrika treten regelmäßig folgenschwere Dürren auf, aber die Beobachtungsdaten aus der Region sind zu spärlich und Klimamodelle zu ungenau, um verlässliche Aussagen zu einem Zusammenhang mit dem Klimawandel treffen zu können.
- **Sonstige Faktoren** — Wie auch Überschwemmungen sind Dürren stark davon abhängig, wie Menschen das Land verändern und wie sie mit Wasser umgehen. Bei Berichten über Dürren ist es daher wichtig, die anderen Schlüsselfaktoren zu nennen, beispielsweise wie gut sich Menschen an den Klimawandel anpassen (oder anpassen können). Vor allem wenn es um die Folgen einer Dürre geht, ist es fundamental wichtig zu berücksichtigen, wie verwundbar Menschen oder Gesellschaften sind bzw. wie direkt sie Klimafolgen ausgesetzt sind — denn dies könnte, ganz unabhängig vom Einfluss des Klimawandels, den Unterschied machen zwischen einem vorübergehenden Verbot, seinen Garten zu wässern, und einer großräumigen Hungersnot.
- **Gleichzeitige Dürre und Hitze** — Wie bei Hitze und Überschwemmungen auch ist die Wahrscheinlichkeit stark gestiegen, dass mehrere Extremereignisse simultan auftreten — mehr noch als die Wahrscheinlichkeit jeder einzelnen Gefahr. Wenn aber extreme Hitze und Dürre zusammenfallen, kann dies wesentlich schwerere Folgen haben als ein Ereignis allein, unter anderem durch Brände (siehe folgender Abschnitt).

Brände

Auf allen Kontinenten gibt es Regionen, in denen Wetterverhältnisse mit hoher Brandgefahr zunehmen. Der Klimawandel hat sowohl auf die Wahrscheinlichkeit von Feuern Einfluss, als auch auf die verbrannte Fläche für Südeuropa, den Norden der eurasischen Landmasse, die USA und Australien; darüber hinaus gibt es Hinweise auf einen Zusammenhang für den Süden Chinas.

„Wetter mit Brandgefahr“, auch „Feuerwetter“ genannt (engl.: fire weather), ist eine äußerst gefährliche Kombination aus Hitze, Dürre und starkem Wind. Bei derartigem Wetter ist die Wahrscheinlichkeit am höchsten, dass ein Feuer entsteht, dass es ausreichend Brennstoff gibt und sich der Brand rasch ausbreitet. Entwicklungstrends bei der Brandgefahr hängen daher eng zusammen mit den kombinierten Trends von Dürre und Hitze. Deshalb **nimmt in Regionen in denen sowohl das Risiko von Hitze als auch von Dürre gleichzeitig steigen, auch das Feuerrisiko rapide zu. Weil die Temperatur überall auf der Erde steigt, nimmt die Brandgefahr selbst dann zu, wenn das Dürrerisiko konstant bleibt.**

Global gesehen gibt es zwar einen abnehmenden Trend bei Bränden, im Zeitraum 1998 bis 2015 ging die verbrannte Fläche zurück. Doch die Ursache hierfür sind hauptsächlich direkte menschliche Einflüsse, beispielsweise Änderungen in der Landnutzung. Die tatsächliche Gefahr von Wald- und Buschbränden steigt jedoch in vielen Teilen der Welt. **Sowohl die Länge der Jahreszeiten nimmt zu, in denen es zu „Feuerwetter“ kommt, als auch die Zahl der Gebiete, in denen solches Wetter auftritt.** Im Ergebnis gibt es auf jedem Kontinent Regionen, in denen aufgrund des Klimawandels die Wahrscheinlichkeit von „Feuerwetter“ gestiegen ist.

Attributionsstudien bestätigen diesen generellen Trend. In Australien wurden Brände in den Provinzen Queensland und New South Wales (NSW) durch den Klimawandel verstärkt — die Bedingungen zum Beispiel, die 2019/20 zu den verheerenden Buschfeuern in NSW führten, waren um mindestens 30 Prozent wahrscheinlicher geworden. Entlang der Westküste Nordamerikas, von Alaska bis hinunter nach Kalifornien, sind die jüngsten Waldbrände ebenfalls infolge des Klimawandels wahrscheinlicher geworden, und sie verbrannten größere Gebiete. Zwischen 1984 und 2015 lassen sich mehr als vier Millionen Hektar verbrannte Flächen in den westlichen USA direkt auf den Klimawandel zurückzuführen. Und in Südchina waren die extremen Waldbrände von 2019 aufgrund des Klimawandels mehr als sieben Mal wahrscheinlicher.

Zusammenfassend lässt sich für Südeuropa, das nördliche Eurasien, die USA und Australien sicher sagen, dass der Klimawandel die Wahrscheinlichkeit von Wetterbedingungen mit großer Feuergefahr erhöht hat, Hinweise darauf liegen für Südchina vor. Mit zunehmender Erderwärmung ist absehbar, dass sich diese Entwicklung über weitere Gebiete der Erde ausdehnt.

Einschränkungen und Anmerkungen

- **Begrenzte Daten** — Mit wissenschaftlicher Gewissheit lassen sich bisher nur im globalen Norden Feuerrisiken dem Klimawandel zuschreiben. In anderen Weltregionen ist die Sicherheit von Aussagen stark eingeschränkt, weil es an verlässlichen und detaillierten Daten zu historischen Bränden mangelt, die Möglichkeiten der Wetterbeobachtung beschränkt sind und es für Klimamodelle schwierig ist, Wetter mit Brandgefahr zu simulieren. Es ist wahrscheinlich, dass auch in vielen anderen Gebieten der Welt der Klimawandel das Feuerrisiko vergrößert, weil es eng mit zunehmender Extremhitze und Trockenheit zusammenhängt. Doch leider kann die Wissenschaft diesen Risikoanstieg momentan nicht quantifizieren.
- **Management** — Mancherorts ist es seit Jahrtausenden üblich, dass Menschen bestimmte Flächen regelmäßig und kontrolliert abbrennen, um zu verhindern, dass sich zu viel brennbares Material in den Wäldern ansammelt. Aber dies geschah nicht überall gleich. Ein Teil des Feuerrisikos hängt damit zusammen, wie gut das kontrollierte Abbrennen geplant und durchgeführt wird; ist es ungenügend, steigt das Risiko ganz erheblich.
- **Zündquellen** - Menschliche Aktivitäten, etwa Lagerfeuer, können Katastrophen für ganze Wälder auslösen. Laut US-Forstbehörde beginnen 85 Prozent aller Waldbrände in den USA durch menschliche Fahrlässigkeit oder Absicht. Dadurch ist die Waldbrandsaison drei Mail so lang (eine absolute Zunahme von etwa drei Monaten) wie sie im natürlichen Zustand wäre, in dem Blitze die Zündquelle sind. Bei der Berichterstattung über die Ursache von Waldbränden ist es wichtig, diese Faktoren zu beleuchten — und auch, wie sehr Menschen oder Infrastrukturen verwundbar oder dem Feuerrisiko ausgesetzt sind. Allerdings mindert die Tatsache, dass andere Faktoren die Waldbrandgefahr erhöhen, nicht die Rolle des Klimawandels. Er hat die Waldbrandsaison im weltweiten Durchschnitt um etwa zwei Wochen verlängert, vor allem dadurch, dass wegen zunehmender Hitze und Trockenheit in den Wälder mehr brennbares Material entsteht. Der Klimawandel verstärkt die Brandsaison auf eine Weise, wie es etwa Brandstiftung durch Menschen nicht vermag: Er beeinflusst, wie hartnäckig ein Brand sich festsetzt, wie sehr er sich ausbreitet, wie lang er andauert. Diese Verschlimmerung der Brandbedingungen wirkt zusammen mit dem häufigeren Entzünden durch Menschen — als Resultat wird die Brandsaison sowohl länger als auch intensiver.

Wetterextreme und Klimawandel

Eine kurze Checkliste

Dies ist eine sehr vereinfachte Übersicht der Extremwettertypen, die in diesem Leitfaden behandelt werden. Nähere Informationen finden Sie in den jeweiligen Abschnitten, unter anderen zu Methodik und Ergebnissen der besten, aktuellen Studien sowie zu wichtigen Punkten, auf die Sie bei einer korrekten Berichterstattung achten sollten.

Extremwettertyp	Kernbotschaft	Wichtig für die Berichterstattung
Hitzewellen	Jede Hitzewelle auf der Welt ist aufgrund des menschengemachten Klimawandels bereits stärker und wahrscheinlicher geworden.	• Seien Sie nicht zu vorsichtig — Hitzewellen werden eindeutig durch die Erderwärmung beeinflusst.
Überschwemmungen	Starkregen treten wegen des menschengemachten Klimawandels an den meisten Orten der Welt häufiger auf und fallen intensiver aus. In der Folge werden Überschwemmungen an manchen dieser Orte wahrscheinlich häufiger und heftiger, hier spielen aber auch andere menschliche Faktoren eine Rolle.	• Überschwemmungen hängen mit Starkregen zusammen, werden aber auch stark durch menschliche Faktoren beeinflusst, etwa Hochwasserschutzmaßnahmen. • Überschwemmungen an Küstengebieten (insbesondere Sturmfluten) werden aufgrund steigender Meeresspiegel schlimmer, aber dies hat nichts mit der Entwicklung bei Niederschlägen zu tun.
Tropische Wirbelstürme	Die Gesamtanzahl tropischer Wirbelstürme pro Jahr hat sich nicht verändert, aber es gibt wegen des Klimawandels mehr besonders starke und zerstörerische Stürme. Starkregen im Zuge tropischer Wirbelstürme hat zugenommen, ebenso wie Niederschläge aus anderen Quellen. Sturmfluten laufen wegen steigender Meeresspiegel höher auf.	• Es gibt keinen generellen Anstieg der Zahl von Wirbelstürmen. • Intensität und Windgeschwindigkeiten einzelner Wirbelstürme können momentan nicht sicher mit der Erderwärmung in Verbindung gebracht werden.
Starker Schneefall	Wahrscheinlichkeit und Intensität von Kälteextremen sind weltweit wegen des Klimawandel zurückgegangen. Ob und wie sich starke Schneefälle verändern, ist an den meisten Orten unklar; für Gegenden in Ost- und Nordasien, Nordamerika und Grönland gibt es Hinweise, dass ihre Intensität zugenommen hat.	• Es ist sehr sicher, dass Kälteextreme seltener werden — aber sie sind weiterhin möglich. • Über die Änderungen beim Schneefall gibt es noch sehr wenige sichere Erkenntnisse. • Unklar sind auch Veränderungen bei den Polarwirbeln.
Dürren	Nur in einigen Regionen werden Dürren aufgrund des Klimawandels häufiger und heftiger, beispielsweise in Europa, im Mittelmeerraum, im südlichen Afrika, in Zentral- und Ostasien, in Südaustralien und im westlichen Nordamerika. Es gibt einige Hinweise, dass dies auch in West- und Zentralafrika, im Nordosten von Südamerika und in Neuseeland so ist.	• Dürren sind sehr komplexe und vielgestaltige Phänomene, wissenschaftlich verlässliche Aussagen sind für sie deshalb schwer zu treffen. • Es gibt viele Faktoren jenseits des Klimawandels, die bei starken Dürren eine wichtige Rolle spielen, vor allem der menschliche Umgang mit Wasser.
Brände	Wetter mit hoher Brandgefahr („Feuerwetter“) hat auf allen Kontinenten zugenommen. In Südeuropa, dem Norden der eurasischen Landmasse, in den USA und Australien lässt es sich klar auf den Klimawandel zurückführen, dass die Wahrscheinlichkeit von Bränden und die insgesamt verbrannten Flächen zugenommen haben; einige Hinweise hierauf gibt es für Südchina.	• Für viele Weltregionen liegen nur wenige verlässliche Daten zu Waldbränden vor, Aussagen zum Zusammenhang mit dem Klimawandel sind deshalb sehr schwierig. • Menschliche Aktivitäten wie das Waldmanagement oder das Entzünden von Feuern sind ebenfalls wichtige Faktoren.

Wetterextreme und Klimawandel: eine kurze Checkliste

 @wxrisk

www.worldweatherattribution.org

 @klimafakten

www.klimafakten.de